

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AE

(11)Publication number : 2002-092051

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

G06F 17/50  
A43D 1/02  
G06T 17/40

(21)Application number : 2000-281691

(71)Applicant : NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL &amp; TECHNOLOGY

(22)Date of filing : 18.09.2000

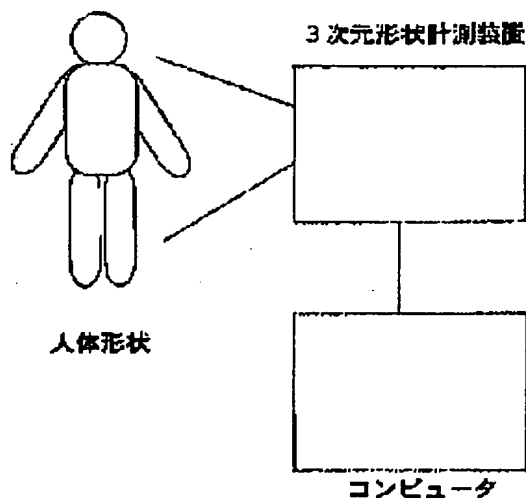
(72)Inventor : MOCHIMARU MASAOKI  
KAWACHI MAKIKO

## (54) METHOD FOR DESIGNING THREE-DIMENSIONAL SHAPE AND APPARATUS FOR THE SAME

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct and design the shape and size of a product according to the shape and size of a human body.

SOLUTION: A virtual shape forming device calculates a space distortion function for mutually deforming the three-dimensional shape data of a plurality of persons, and prepares the multi-dimensional distribution diagram of the three-dimensional shape data of the persons on the basis of the size of the space distortion, and derives a virtual shape existing at an arbitrary position on the multi-dimensional distribution diagram.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-92051  
(P2002-92051A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード(参考)
G 0 6 F 17/50	6 2 6 6 8 0	G 0 6 F 17/50	6 2 6 A 4 F 0 5 0 6 8 0 F 5 B 0 4 6
A 4 3 D 1/02		A 4 3 D 1/02	5 B 0 5 0
G 0 6 T 17/40		G 0 6 T 17/40	A

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-281691(P2000-281691)

(22) 出願日 平成12年9月18日 (2000.9.18)

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所  
東京都千代田区霞が関1-3-1

(72) 発明者 持丸 正明

茨城県つくば市東1丁目1番3 工業技術  
院生命工学工業技術研究所内

(72) 発明者 河内 まき子

茨城県つくば市東1丁目1番3 工業技術  
院生命工学工業技術研究所内

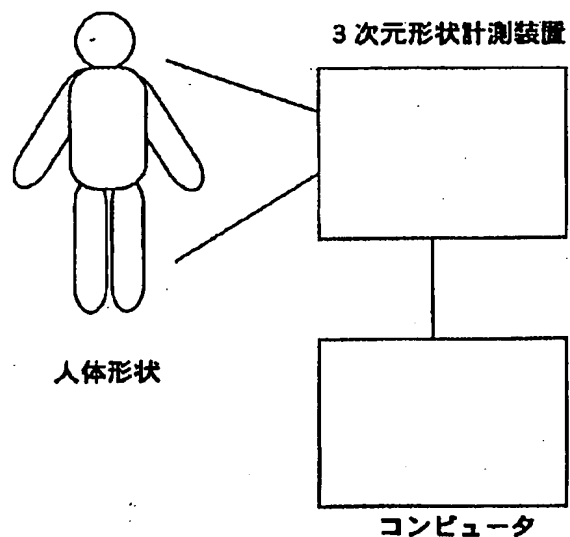
Fターム(参考) 4F050 AA01 AA06 LA01 LA02 NA86  
5B046 AA10 BA10 FA04  
5B050 BA09 BA12 BA18 EA05 EA07  
EA13 EA28

(54) 【発明の名称】 3次元形状設計方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 人体のかたちと大きさに合わせて、製品の形と大きさを修正・設計可能とする。

【解決手段】 仮想形態形成装置が、複数人の3次元形態データを相互に変形する空間歪み関数を計算し、その空間歪みの大きさに基づいて、複数人の3次元形態データの多次元分布図を作成し、該多次元分布図上の任意の位置に存在する仮想形態を導出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 解剖学的特徴点に基づいて対応づけられた基本サイズの人体3次元形状を、目標サイズの人体3次元形状に変換するような空間の歪パターンを、自由形状変形操作手法（Free Form Deformation法）を用いて定量的に定式化し、この定式化された空間歪パターンを、基本サイズの製品形状に適用することで、目標サイズの人体に適合する製品の形と大きさを修正、設計することを特徴とする3次元形状設計方法。

【請求項2】 人体形状及び製品形状を入力するための3次元形状計測装置と、人体の形状変化特性に応じて製品形状を修正、設計するための修正・設計装置とを備えて成る3次元形状設計装置であって、上記3次元形状計測装置は、基本サイズに相当する人体3次元形状、目標サイズに相当する人体3次元形状及び基本サイズに適合する製品形状を入力するものであり、上記修正・設計装置は、解剖学的特徴点に基づいて対応づけられた上記基本サイズの人体3次元形状を、目標サイズの人体3次元形状に変換するような空間の歪パターンを、自由形状変形操作手法（Free Form Deformation法）を用いて定量的に定式化し、この定式化された空間歪パターンを、上記基本サイズの製品形状に適用することで、上記目標サイズの人体に適合する製品の形と大きさを修正、設計可能であること特徴とする3次元形状設計装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人体のかたちと大きさに合わせて、製品の形と大きさを修正・設計するための方法及び装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】靴や衣服など、人体に直接装着する製品では、さまざまな体型に適合させるために、いくつかのサイズ規格を持っている〔靴のJISサイズ規格：JIS S5037、衣服のJISサイズ規格：JIS L4005〕。これらの規格は、製品の3次元形状を構成する主要寸法についてのみ定めたものであり、他の部分の寸法や形状をどのように設計するかは規定されていない。靴や衣服において、さまざまなサイズの製品を設計する方法は、現在、以下のような手段によっている。

【0003】まず、基本サイズの製品形状や寸法を、製造業者が独自技術で設計する。主要寸法は、JIS規格に従い、その他の寸法は独自の技術で設計されたものとなる。ついで、基本サイズの主要寸法と、基本サイズ以外のサイズの主要寸法の比率に基づいて、製品寸法を、相似のないしはそれに準ずる数学的・幾何学的方法で増減させる。このように、基本サイズの製品形状や寸法に基づいて、他のサイズの設計を行う方法を「サイズ展開」あるいは「サイズグレーディング」と呼んでいる。

【0004】Free Form Deformation法（以下、FFD

法）の制御格子点の移動パターンとして記述し、それを製品設計（靴型のウィズグレーディング）に適用する方法については、すでに本発明者らが公開している〔持丸正明、河内まき子、福井幸男、堤江美子：FFDによる形態間距離に基づく足部三次元形態の特徴分類，人間工学，33(4)，229-234，1997.〕。

【0005】ただし、これはあくまでも同一サイズ内での形の変形にとどまるものであり、人体のかたちと大きさの変化を同時に反映させるところまでは言及していない。また、変形の元となる人体基本形状、人体目標形状には、特定の個人の人体形状を用いるとされており、集団の平均形態を基本形状、目標形状に利用することは述べられていない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】人体は、大きさが変わるとプロポーションが変わるという生物学的な特徴を持っている。これを「アロメトリー」と呼ぶ。たとえば、背が高い人ほど、脚長比（身長に対する脚の長さの比率）が大きいというような形状特徴である。

【0007】しかしながら、従来の「サイズグレーディング」では、基本サイズの形状を、基本サイズと目標サイズの主要寸法比率に応じて、数学的・幾何学的に修正、設計しているもので、人体の形状変化特性に準じていない。これは、基本サイズの人体形状と基本サイズの製品形状が適合していても、基本サイズから離れたサイズの人の形状と、その人のサイズに合わせて従来の技術で「サイズグレーディング」された製品形状が、適合しないことを意味する。

【0008】本発明で解決する課題は、製品の「サイズグレーディング」に、人体のかたちと大きさの変化特性を反映させ、基本サイズから離れたサイズの人の形状にも適合するような製品の形と大きさを3次元的に設計することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、解剖学的特徴点に基づいて対応づけられた基本サイズの人体3次元形状を、目標サイズの人体3次元形状に変換するような空間の歪パターンを、自由形状変形操作手法（Free Form Deformation法）を用いて定量的に定式化し、この定式化された空間歪パターンを、基本サイズの製品形状に適用することで、目標サイズの人体に適合する製品の形と大きさを修正、設計することを特徴とする3次元形状設計方法を提供する。

【0010】さらに、本発明は上記課題を解決するために、人体形状及び製品形状を入力するための3次元形状計測装置と、人体の形状変化特性に応じて製品形状を修正、設計するための修正・設計装置とを備えて成る3次元形状設計装置であって、上記3次元形状計測装置は、基本サイズに相当する人体3次元形状、目標サイズに相当する人体3次元形状及び基本サイズに適合する製品形

状を入力するものであり、上記修正・設計装置は、解剖学的特徴点に基づいて対応づけられた上記基本サイズの人体3次元形状を、目標サイズの人体3次元形状に変換するような空間の歪パターンを、自由形状変形操作手法（Free Form Deformation法）を用いて定量的に定式化し、この定式化された空間歪パターンを、上記基本サイズの製品形状に適用することで、上記目標サイズの人体に適合する製品の形と大きさを修正、設計可能であること特徴とする3次元形状設計装置を提供する。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係る3次元形状設計方法及びその装置の実施の形態を実施例に基づいて図面を参照して以下説明する。

【0012】本発明に係る3次元形状設計装置は、図1に示すように、人体形状及び製品形状を入力するための3次元形状計測装置と、人体の形状変化特性に応じて製品形状を修正、設計するための修正・設計装置（コンピュータ）とによって構成される。

【0013】（3次元形状データの計測）3次元形状設計装置は、形状スキャナ（レーザ光を投影することにより立体形状を3次元座標値として測定するスキャナ）、あるいは触針などを備えた機械式の3次元計測装置等である。

【0014】このような3次元形状計測装置により、①基本サイズに相当する人体形状、②目標サイズに相当する人体形状及び③基本サイズに適合する製品形状を、数値データとして取得する。

【0015】基本サイズに相当する人体形状については、特定の個人の人体形状でも構わないが、理想的には同じサイズに相当する人体形状を複数体3次元形状計測装置で計測する。又、3次元形状計測装置で、目標サイズに相当する人体形状を1体ないしは複数体計測する。

【0016】（設計装置）修正・設計装置は、CPU（主制御部）、メモリ、入出力制御部、入力装置、表示装置、出力装置とを備えている。3次元形状計測装置からのデータを入力装置から入力し、以下に示す処理が行われる。

【0017】ここで、人体形状とは、人体表面3次元形状データと、人体表面にマーキングした人体の解剖学的特徴点並びに製品との適合に関わる特徴点位置データによって構成される。基本サイズの人体形状と目標サイズの人体形状については、上記3次元形状計測装置によって、人体表面3次元形状データと人体表面にマーキングした人体の解剖学的特徴点並びに製品との適合に関わる特徴点位置データを同時に取得し、取得した人体表面3次元形状データを、上記特徴点位置データに基づいて、個体間で対応がつくように再構成する。

【0018】ここで、製品形状とは、製品の3次元形状データと、上記人体形状と製品形状との座標系を一致させるために必要な特徴点位置データによって構成され

る。基本サイズの製品形状については、上記3次元形状計測装置によって、製品の3次元形状データと製品上にマーキングされた特徴点位置データを取得するか、あるいは、コンピュータ支援設計システム（CAD）で設計された製品の3次元形状データをそのまま利用する。取得した製品の3次元形状データを、製品の特徴点位置データに基づいて座標変換する。

【0019】ここで、人体の解剖学的特徴点とは、足部形状の場合、図3の腓側中足点、脛側中足点、踵点を含む骨格上の特徴点位置を指す。人体形状データと座標系を一致させるために必要な特徴点とは、足に適合する靴型形状の場合、図4の内側・外側のボール部突出点、踵部突出点を含む製品形状特徴点を指す。

【0020】同様に、体幹部人体形状において、人体の解剖学的特徴点とは、図5の転子点、肩峰点、乳頭点を含む骨格上の特徴点を指し、これに適合する衣服を造形するための衣服用人体形状データと人体形状データの座標系を一致させるために必要な特徴点とは、図6の衣服用人体台上の転子点、肩峰点、乳頭点を含む製品形状特徴点を指す。

【0021】（平均形状データの取得）本発明の方法において、基本サイズに相当する特定の個人の形状データに基づいてサイズグレーディングを行うと、人体の持つかたちと大きさの一般的な変化特性だけでなく、個人が持っている特有の形状特性が製品形状設計に反映されることになる。

【0022】これを解決するために、基本サイズに相当する人体形状データとして、基本サイズに相当する被験者複数名（10名以上）の平均形状を用いることができる。また、量産品など、特定の個人向けの製品設計でない場合には、目標サイズに相当する人体形状データについても、目標サイズに相当する被験者複数名（10名以上）の平均形状を用いることができる。

【0023】複数名の人体形状から、複数名に共通する形状特性を持ち、かつ、特定の個人特有の個性を持たないような平均形状を生成する方法は、すでに本願出願人による平均形態生成方法〔複数3次元形態の平均形態生成方法及びその装置（特開平10-240964号公報参照。）〕において開示している。

【0024】要は、特徴点によって再構成された複数の形状データを相互に変形する制御格子点移動パターンを計算し、その制御格子点移動パターンの初期状態からの移動量の総和によって複数の形状データの相互の距離（非類似度）を計算し、その距離のばらつきが最も小さい形態を中央値形態とし、中央値形態から他の形状データへ変形するための制御格子点移動パターンを得、この中央値形態を平均形態に変形するための制御格子点移動パターンを、中央値形態に適用することで、平均形態を生成する方法である。

【0025】（制御格子点移動パターンの計算）基本サ

イズの平均人体形状を、目標サイズの人体形状に変換するFree Form Deformation法の制御格子点移動パターンを計算する。この計算方法については、本願出願人がすでに平均形態生成方法〔複数3次元形態の平均形態生成方法及びその装置（特開平10-240964号公報参照。）〕により開示している。

【0026】要は、特徴点によって再構成された2つの形状データA、Bにおいて、形状データAのまわりにFree Form Deformation法の制御格子点を設定し、その制御格子点を適宜移動させて形状データBに一致するように変形させるとき、制御格子点移動量ができるだけ小さく、かつ、変形後の形状データAと形状データBの対応点間の距離の総和ができるだけ小さくなるように、制御格子点の移動量を最適化する方法である。

【0027】（製品形状データの変形）計算された制御格子点移動パターンを、人体形状に合わせて座標変換された基本サイズの製品形状データに適用する。製品形状データは、人体の形状変化特性と同じ空間の歪によって変形され、目標サイズの人体形状に適合する製品形状データを取得できる。

【0028】（実施例）本発明に係る3次元形状設計方法及びその装置の実施例として、①基本サイズの平均足形状データ、②大きいサイズの特定個人の足形状データ、③基本サイズに適合する靴型データから、大きいサイズの特定個人の足に適合する靴型形状データを取得する方法及び装置を順次説明する。

【0029】（1）基本サイズの平均足形状データの計測及び入力

女子の足長サイズ228mm〜242mmの範囲に相当する成人女子の足部の石膏型を56例、採取した。解剖学的特徴点は、人体を直接触察して同定し、その位置に水性ペンでマーキングしておくことで、石膏型に特徴点位置を転写する。

【0030】特徴点位置に基づいて、個体間の形状データ点の対応がつくように石膏型表面の3次元形状を再構成（検出されるように突起やマーク等を付与すること。）した後、機械式の3次元形状計測装置で形状データを修正・設計装置に入力する。

【0031】ここで、足部形状データの座標系は、足底面をXY面とし、XY平面に投影した踵点を原点、脛側中足点、腓側中足点の midpoint をXY平面に投影した点を通る方向をX軸正方向として定義した。

【0032】1つの形状データは、174点のデータ点からなり、324ポリゴンの三角形によって構成される多面体形状データである。FFD法の制御格子点は、X軸9×Y軸5×Z軸5の225点とした。

【0033】そして、平均形態生成方法に基づいて平均形状を計算する。56名の平均形状を図7の細線で示す。

【0034】（2）大きいサイズの特定個人の足形状データの計測及び入力

一方、大きいサイズの特定個人の足形状を、上記同様にして3次元形状計測装置で計測し、修正・設計装置に入力した。

【0035】平均形態生成方法に記載された手段で、基本サイズの平均形状を、大きいサイズの特定個人の形状に変換するためのFFD法の制御格子点移動パターンを計算した。計算結果を図8に示す。

【0036】（3）基本サイズに適合する靴型データの計測及び入力

さらに、基本サイズに適合するように設計された靴型形状データを、3次元形状計測装置で計測して、修正・設計装置に入力した。ここでは、上記の機械式3次元形状計測装置とは異なる、より精密な機械式3次元形状計測装置を用いて図9に示すように、精密な基本サイズ靴型データを取得した。

【0037】この靴型形状データは、人体形状データと座標系が合致していれば良く、データ点の対応がついている必要はない。そのため、より多点から構成される精密な形状データを取得して、変形させることができる。

【0038】靴型データの座標系は、人体形状データの座標系と合理的に一致する必要がある。そこで、靴型の足底面をXY平面とし、靴型の最後端点をXY平面に投影した点を原点、前足部のウィズ幅の中央の点をXY平面に投影した点を通る方向をX軸とした。

【0039】（4）大きいサイズの特定個人の足に適合する靴型形状データの取得

標準サイズの平均足形状データ（図7（a）参照）から、目標サイズの足部形状データ（図7（b）参照）への変換を表す制御格子点移動パターン（図8）を、座標変換した標準サイズの靴型形状データ（図9）に適用することで、図10のような靴型形状データを取得した。

【0040】図8の上面図から分かるように、足部形状が大きくなるとき、相似的に大きくならずに、3次元的な形状変化を伴いながら大きさが変化している。これは、人体の形状一般について言えることで、アロメトリと呼ばれる性質である。すなわち、人体の形状というのは相似的に均一に大きくなるわけではなく、大きさとともに形やプロポーション（均整）が変化する傾向がある。

【0041】現在の製品開発の多くは、この大きさの変化に伴う形の変化を無視し、数学的な相似変形によってサイズバリエーションを生成している。本発明によれば、図10のように、人体形状の大きさの変化に伴う形の変化を、制御格子点の移動パターンを介して、製品形状設計に反映させることができる。

【0042】以上、本発明に係る実施の形態を実施例に基づいて説明したが、本発明は、特にこのような実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲記載の技術的事項の範囲内でその他いろいろな実施の態様があることは言うまでもない。

【0043】

【発明の効果】本発明は上記構成であるから、従来は無視されていた大きさの変化に伴う形の変化を、制御格子点の移動パターンを介して、製品形状設計に反映させることができる。従って、各人の個々の体の特徴等が反映された形状まできめこまかく考慮された設計が大量かつ簡単に可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体構成を示す図である。

【図2】人体の解剖学的特徴点を説明する図である。

【図3】人体の解剖学的特徴点を説明する図である。

【図4】人体形態分布状況を示す図である。

\*【図5】解剖学的特徴点に基づくモデリング及び足形態データを示す図である。

【図6】自由形態変形格子の移動パターンを示す図である。

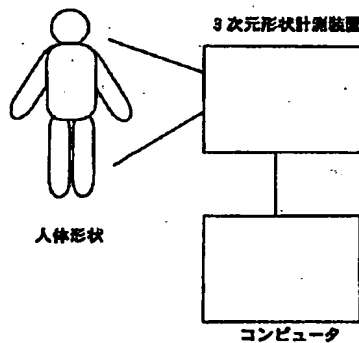
【図7】図7(a)は標準サイズの足部形状を示し、図7(b)は目標サイズの足部形状を示す図である。

【図8】制御格子点の移動パターンを示す図である。

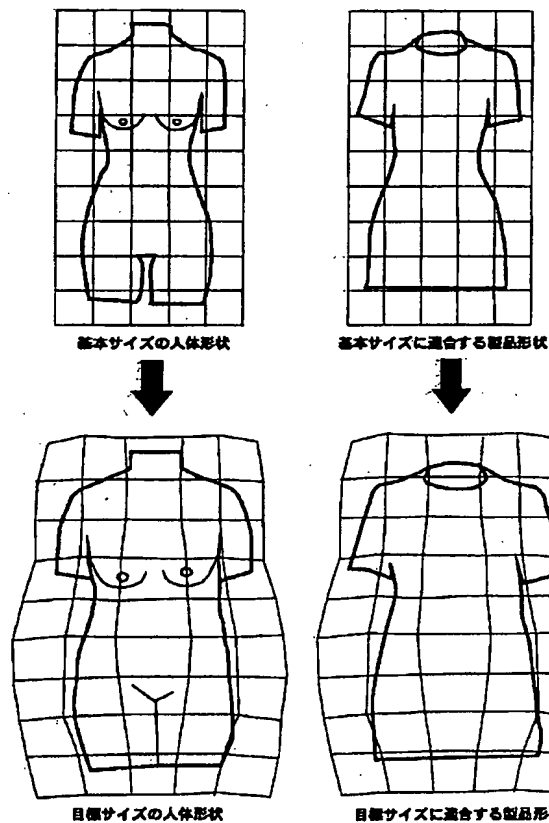
【図9】座標変換した標準サイズの靴型形状データを示す図である。

【図10】制御格子点を適用して変形した靴型形状データを示す図である。

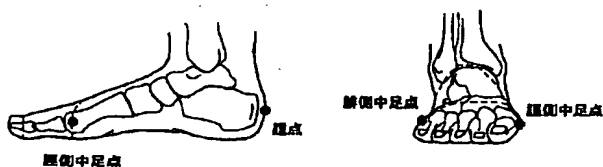
【図1】



【図2】



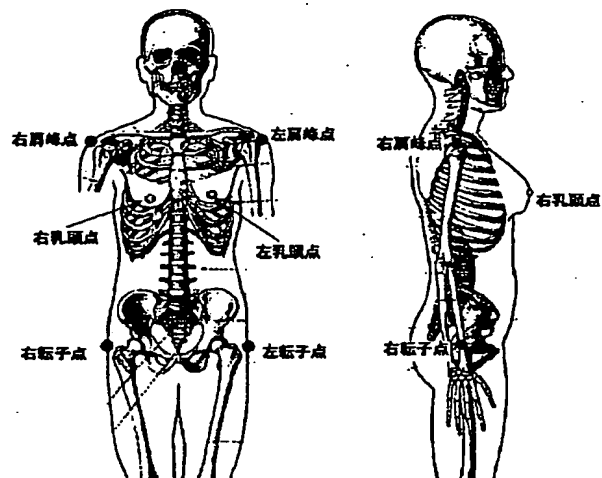
【図3】



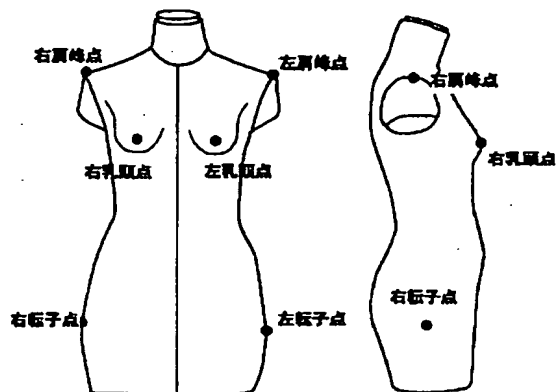
【図4】



【図5】



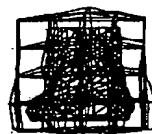
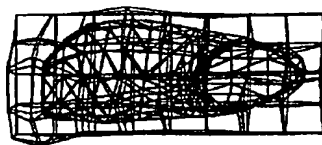
【図6】



【図7】

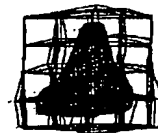
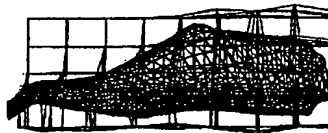
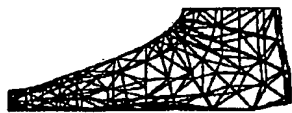
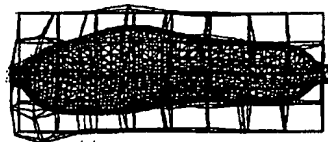
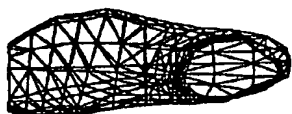
【図8】

(8)



(b)

【図10】



【図9】

